GRUNDIG

H&B

BEDIENUNGSANLEITUNG

1504

Meßoszillograph

MO 5

GRUNDIG-WERKE G.M.B.H. FÜRTH/BAYERN

HARTMANN & BRAUN A.G. FRANKFURT/MAIN

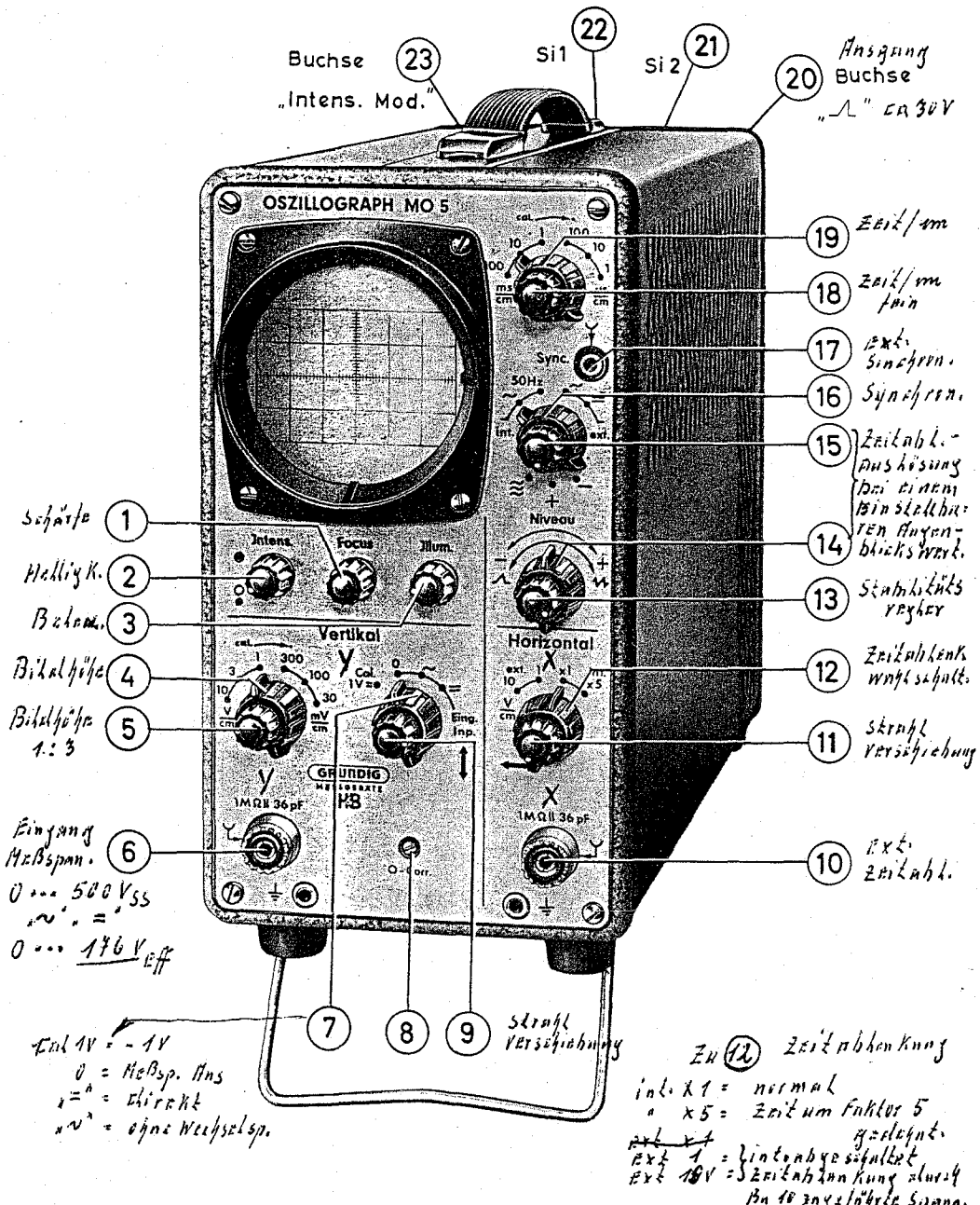
1504

GRUNDIG

MESSOSZILLOGRAPH MO 5

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. **Aufgaben und Anwendung**	3
B. **Beschreibung**	3
Bildteil	3
Vertikal-Ablenkteil	3
Horizontal-Ablenkteil	4
a) Verstärker	4
b) Zeitablenkgenerator	4
Sychronisierverstärker und Impulsformer	4
Netzteil	4
Mechanischer Aufbau	4
C. **Bedienung**	5
Einschalten	5
Ablenkung in vertikaler Richtung	5
Darstellung zeitabhängiger Spannungen	5
Synchronisierung	5
Triggerung	6
Horizontal-Ablenkung durch extrem zugeführte Spannungen	6
Helligkeitssteuerung	6
D. **Anwendungsbeispiele**	7
1. Amplitudenmessungen	7
1.1 Gleichspannungskopplung	7
1.2 Wechselspannungskopplung	7
2. Bestimmung unbekannter Frequenzen	8
2.1 Durch Zeitmessung	8
2.2 Durch Dunkelmarken	8
2.3 Durch Lissajou'sche Figuren	9
2.4 Durch Kreiszykloiden	9
3. Darstellung von Kennlinien	10
3.1 Nichtlineare Widerstände	10
3.2 Tunnel-Dioden	11
E. **Wartung**	12
F. **Technische Daten**	12
Schaltbilder	



Zu 12 Zeitablenkung
int. x1 = normal
" x5 = Zeit um Faktor 5 gedehnt.
Ext 1 = Zeitablenkung ausgeschaltet
Ext 10V = Zeitablenkung durch die an 18 angeschlossene Spannung

Vorderansicht Meßoszillograph MO 5

A. Aufgaben und Anwendung

Der Meßoszillograph MO 5 wurde zur Beobachtung und Messung elektrischer Vorgänge im Frequenzbereich von 0 bis 5 MHz entwickelt. Bei Verwendung geeigneter Meßwandler ist auch die Messung nichtelektrischer Größen möglich. Der Oszillograph besitzt eine umfangreiche schaltungstechnische Ausstattung, die einen universellen Einsatz sowohl im Laboratorium, als auch in der Fertigung und im Service ermöglicht. Trotzdem konnten das Gewicht und die Abmessungen sehr klein gehalten werden.

Besonders hervorzuheben ist die in allen Bereichen der Zeitablenkung wirksame Triggerung, sowie die Gleichspannungskopplung in beiden Ablenkrichtungen. Sowohl Vertikal- und Horizontalverstärker, als auch die sich bis in den Sekunden-Bereich erstreckende Zeitablenkung sind geeicht. Somit ergeben sich für dieses Gerät zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, wie die Darstellung sehr langsamer Vorgänge, die Triggerung nach Polarität und Amplitude bzw. Phase des Meß-Signals oder die Aufzeichnung von Kennlinien aller Art. Die Eichung erlaubt dabei eine genaue Auswertung der Oszillogramme.

Der Ablenkkoeffizient des Vertikal-Ablenkteiles läßt sich durch einen eingebauten Spannungsteiler zwischen 30 mV/cm und 10 V/cm verändern. Bei Verwendung des Teiler-Tastkopfes TK 2 (1:20) können dem Oszillographen Meßspannungen bis zu einer Gesamtspitzenspannung von 1000 V hochohmig und kapazitätsarm zugeführt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, durch Vorschaltung des Gleichspannungs-Vorverstärkers VB 2 den Meßbereich nach unten hin auf 300 µV/cm zu erweitern. Der Frequenzbereich dieses Verstärkers erstreckt sich von 0 bis 200 KHz.

Für den Bereich von 200 KHz bis 2000 MHz steht der Demodulator-Tastkopf HK 2 zur Verfügung. Unter Zwischenschaltung dieses Tastkopfes kann beispielsweise der Frequenzgang von Filtern, Verstärkern und Resonanzkreisen untersucht werden.

B. Beschreibung

Bildteil

Der Oszillograph ist serienmäßig mit einer Elektronenstrahlröhre grüner Leuchtfarbe und mittelkurzer Nachleuchtdauer bestückt. Auf Wunsch wird die etwas länger nachleuchtende DN7-78 oder die lang nachleuchtende DP7-78 eingebaut.

Die Elektronenstrahlröhre wird mit einer relativ niedrigen Anodenspannung betrieben, so daß ein sehr günstiger Ablenkkoeffizient gewährleistet ist. Erst nach der Ablenkung wird der Elektronenstrahl durch eine sehr hohe Spannung beschleunigt, die über einen an der Innenseite des Röhrenkolbens aufgebrachten spiralförmigen Widerstand zugeführt wird. Die auf den Elektronenstrahl wirkende Gesamtbeschleunigungsspannung beträgt 2000 Volt, so daß sehr lichtstarke Oszillogramme erzielt werden.

Der Wehnelt-Zylinder der Elektronenstrahlröhre ist über einen Varistor gleichspannungsmäßig mit dem Zeitablenkgenerator verbunden. Während des Strahl-Rücklaufes und während der beim getriggerten Betrieb entstehenden Wartezeit wird der Elektronenstrahl durch eine negative Vorspannung gesperrt.

Zur Modulation des Elektronenstrahls kann über eine Buchse an der Rückseite des Gerätes eine impulsförmige Spannung zugeführt werden.

Vertikal-Ablenkteil

Die vertikale Ablenkung des Elektronenstrahls erfolgt über einen dreistufigen gleichspannungsgekoppelten Gegentaktverstärker, dessen Verstärkungsziffer so bemessen ist, daß sich ein Ablenkkoeffizient von 30 mV/cm ergibt.

Die der Eingangsbuchse ⑥ zugeführte Meßspannung wird über einen Umschalter ⑦ gleich- oder wechselspannungsgekoppelt dem 6 stufigen phasenkompensierten Eingangsspannungsteiler zugeführt. Der Ausgang des Spannungsteilers ist mit dem Steuergitter der Verstärker-Eingangsstufe (Rö 201) verbunden. Das zweite System dieser Röhre arbeitet in Gitterbasisschaltung und wird über den gemeinsamen Katodenwiderstand angesteuert. Zwischen den beiden Anoden der Eingangsstufe liegt ein Drehwiderstand, der eine kontinuierliche Änderung der verstärkten, symmetrischen Meßspannung im Verhältnis 1:3 erlaubt. Zur gleichspannungsmäßigen Symmetrierung (O-Corr.) der Eingangsstufe sind die beiden Anodenwiderstände mit einem Potentiometer verbunden, dessen Schleifer an der Betriebsspannung liegt.

Die Meßspannung wird anschließend über einen Spannungsteiler der zweiten Verstärkerstufe zugeführt. Die Katoden dieser Stufe sind zum Einstellen einer Gitterspannungsdifferenz zwischen beiden Systemen an ein Potentiometer geführt, um eine vertikale Verschiebung des Elektronenstahls zu bewirken.

Nach der Endstufe wird die verstärkte Meßspannung über Kompensationsspulen abgenommen und den Vertikal-Ablenkplatten der Elektronenstrahlröhre zugeführt.

Zur Abnahme der Synchronisierspannung ist der Anodenwiderstand einer Endröhre unterteilt.

Horizontal-Ablenkteil

a) **Verstärker**

Den Horizontal-Ablenkplatten ist ein einstufiger gleichspannungsgekoppelter Gegentaktverstärker (Rö 306) vorgeschaltet, der entweder mit der zeitlinearen internen Ablenkspannung, oder mit einer extern zugeführten Meßspannung angesteuert werden kann. Die Symmetrierung der Ablenkspannung erfolgt im Prinzip wie in der ersten Vertikal-Verstärkerstufe. Zur Verschiebung des Elektronenstrahls in horizontaler Richtung wird dem Gitter der Gitterbasisstufe eine kontinuierlich veränderbare Gleichspannung zugeführt.

b) **Zeitablenkgenerator**

Die zeitlineare interne Ablenkspannung wird durch einen als Miller-Integrator geschalteten Generator (Rö-305) erzeugt. Die Steuerung des Miller-Integrators erfolgt durch einen über Trenndioden angekoppelten Multivibrator (1/2 Rö 303 und 304). Dieser, aus einem Trioden- und einem Pentoden-System bestehende Multivibrator, hat außerdem die Aufgabe, den Elektronenstrahl während der Dauer der Zeitablenkung „einzuschalten". Die Steuerung des Miller-Integrators und der Ablauf einer Ablenkperiode ist wie folgt:

Das in der Wartestellung stromführende Triodensystem des Multivibrators wird durch einen dem Eingangsgitter zugeführten negativen Auslöseimpuls stromlos. Dadurch springt das Potential an der Anode auf einen Höchstwert. Der Wehnelt-Zylinder der Elektronenstrahlröhre, der gleichspannungsmäßig mit diesem Punkt verbunden ist, wird durch diesen Spannungssprung positiver und „schaltet" den Elektronenstrahl ein. Gleichzeitig wird das Pentoden-System des Multivibrators stromführend und das Anodenpotential dieses Systems negativer. Dadurch werden die Trenndioden des Miller-Integrators gesperrt. Das Steuergitter des Miller-Integrators ist nunmehr nicht mehr blockiert. Dem zeitbestimmenden RC-Glied (R 11-13, C 13-18) das mit diesem Steuergitter verbunden ist, wird eine veränderbare negative Ladespannung zugeführt.

Der Kondensator des RC-Gliedes kann bei dieser Betrachtung als vergrößerte Gitter-Anoden Kapazität der Pentode Rö 305 angesehen werden. Bei der Aufladung des Kondensators ändert sich die Spannung am Steuergitter dieser Röhre infolge der hohen Verstärkung nur unwesentlich. Damit bleibt der Ladestrom nahezu konstant, so daß die Aufladung des Kondensators praktisch zeitlinear erfolgt. Die Ablenkspannung wird dem Miller-Integrator über einen Katodenfolger entnommen und dem Horizontal-Verstärker zur weiteren Verstärkung und zur Symmetrierung zugeführt. Ein Teil der Ablenkspannung wird außerdem über eine Trennstufe (1/2 Rö 303) dem Trioden-System des Steuer-Multivibrators als Rückstellspannung zugeleitet, so daß nach Erreichen der vollen Ablenk-Amplitude (entsprechend 6 cm Strahlauslenkung) dieses System wieder stromführend wird. In diesem Augenblick wird der Elektronenstrahl ausgetastet und der Ladekondensator durch die nunmehr wieder stromführenden Trenndioden entladen.

Der soeben beschriebene Vorgang wiederholt sich entweder nach Eintreffen eines weiteren Triggerimpulses, oder selbtstätig, wenn der Stabilitätsregler (R 23) auf freilaufenden Betrieb eingestellt ist.

Synchronisierverstärker und Impulsformer

Die zur Erzielung stehender Schirmbilder notwendige Synchronisier-Spannung wird über den Betriebsartenschalter S 5 dem Synchronisierverstärker (Rö 301) zugeführt. Dieser Verstärker besteht aus zwei Röhrensystemen. Eine Triode wird zur Verstärkung des Synchronisier-Signales herangezogen, während das zweite System zur Einstellung des Arbeitspunktes mit dem Niveau-Regler R 14 verbunden ist. Mit der verstärkten Synchronisierspannung wird der Impulsformer (Rö 302) angesteuert, an dessen Ausgang dann steile Rechteckimpulse konstanter Amplitude entstehen.

Diese Impulse werden durch ein RC-Glied (R 315, C 302) differenziert und dem Gitter der Röhre 303 zugeführt. Die Arbeitsweise dieser Stufe wurde im Abschnitt „b) Zeitablenkgenerator" bereits ausführlich beschrieben.

Für Synchronisier-Spannungen mit Frequenzen über 1 MHz ist die Schaltstellung "≈" am Umschalter S 4 vorgesehen. In dieser Stellung wird das Synchronisiersignal unter Umgehung des Synchronisierverstärkers und des Impulsformers dem Differenzierglied R 315, C 302, direkt zugeführt.

Netzteil

Die Stromversorgung des Oszillographen erfolgt über einen streuarmen Netztransformator, der für Netzspannungen von 220 V und 110 V (40 . . . 60 Hz) ausgelegt ist.

Sämtliche Anodenspannungen für den Vertikalverstärker und das Horizontal-Ablenkteil sind elektronisch stabilisiert. Die Nachbeschleunigungsspannung für die Elektronenstrahlröhre wird durch eine Spannungsverdoppler-Schaltung gewonnen. Eine weitere, negative Betriebsspannung für diese Röhre wird mittels Varistoren stabilisiert.

Mechanischer Aufbau

Die einzelnen Baugruppen des Oszillographen sind in gedruckter Schaltungstechnik ausgeführt, die durch eine Rahmenkonstruktion getragen werden. Hierdurch wurde trotz der umfangreichen elektrischen Ausstattung ein übersichtlicher Aufbau erzielt.

Das gesamte Horizontal-Ablenkteil einschließlich des Synchronisier-Verstärkers bildet eine geschlossene Einheit, die neben der Elektronenstrahlröhre senkrecht angeordnet ist. Gegenüber befindet sich der Vertikal-Verstärker.

Eine weitere ausziehbare Baugruppe trägt die Stabilisatorröhre und die zum elektronisch stabilisierten Netzteil gehörenden Schaltelemente.

C. Bedienung

Der Anschluß an das Netz erfolgt durch einen Schutzkontaktstecker, dessen Schutzleiter mit dem Gehäuse verbunden ist. Überzeugen Sie sich bitte, daß der an der Rückseite des Gerätes befindliche Netzspannungswähler auf den erforderlichen Spannungswert gesteckt ist. Das Gerät wurde im Werk auf eine Betriebsspannung von 220 V eingestellt. Bei Umstellung auf 110 V ist ein Auswechseln der Sicherungen ㉑ und ㉒ nicht erforderlich.

Wichtig ist, daß beim Betrieb des Gerätes die zur notwendigen Wärmeabfuhr vorgesehenen Entlüftungslöcher nicht verdeckt werden!

Einschalten

Es ist zweckmäßig vor dem Einschalten des Gerätes die beiden Strahlverschiebungsregler ⑨ und ⑪ in die Mittelstellung und den Regler ⑬ an den rechten Anschlag zu bringen. Zur Inbetriebnahme wird der mit „Intens" bezeichnete Drehknopf ② bis zur Marke ⊙ gedreht und nach einer Einlaufzeit von etwa 10 Minuten auf die gewünschte Helligkeit eingestellt. Zur Einstellung der Schärfe dient der Regler ①. Durch Rechtsdrehung des Reglers ③ kann die vor dem Bildschirm befindliche Rasterskala beleuchtet werden.
Die Lage des Elektronenstrahls ist durch die Regler ⑨ und ⑪ beliebig einstellbar.

Ablenkung in vertikaler Richtung

Nach der Einlaufzeit wird der Vertikalverstärker zunächst gleichspannungsmäßig symmetriert. Hierzu dient der mit „O-Corr." bezeichnete Einstellregler ⑧. Die Einstellung erfolgt so, daß beim Verdrehen des Verstärkungsreglers ⑤ vom linken zum rechten Anschlag keine vertikale Verschiebung des Elektronenstrahles mehr auftritt.

Nunmehr kann die zu untersuchende Spannung der Buchse ⑥ zugeführt werden. Je nach Einstellung des Drehschalters ⑦ wird die Meßspannung entweder direkt (Schaltstellung „="), oder zur Abtrennung der Gleichspannungskomponente kapazitiv (Schaltstellung „∼") dem Meßverstärker zugeleitet. In der Schaltstellung „O" ist die Meßspannung vom Verstärker abgetrennt.

Die Einstellung der Bildhöhe erfolgt in Stufen durch den Drehschalter ④ und kontinuierlich im Verhältnis 1:3 durch den Regler ⑤. Dabei ist zu beachten, daß der am Schalter ④ angezeigte Ablenkkoeffizient nur dann gilt, wenn der Drehknopf ⑤ am rechten Anschlag steht.

In der linken Endstellung des Schalters ⑦ ist der Vertikalverstärker mit einer Vergleichsspannung von -1 V verbunden. Wird nun der Eingangsteiler ④ auf 1 V/cm und der Regler ⑤ an den rechten Anschlag gebracht, so muß der Elektronenstrahl 1 cm nach unten ausgelenkt werden.

Darstellung zeitabhängiger Spannungen

Hierfür dient das interne Zeitablenkgerät, daß den Elektronenstrahl mit konstanter Geschwindigkeit über den Leuchtschirm von links nach rechts bewegt. Die Zeit, in der der Elektronenstrahl 1 cm in horizontaler Richtung zurücklegt, wird durch die Einstellung des Drehschalters ⑲ und des Feinreglers ⑱ bestimmt. Es ist hierbei zu beachten, daß der am Drehschalter ⑲ angezeigte Zeitmaßstab nur dann gilt, wenn der Feinregler ⑱ am rechten Anschlag steht.

Zur Betrachtung des zeitlichen Verlaufes besonders interessierender Oszillogrammabschnitte kann der Zeitmaßstab um den Faktor 5 gedehnt werden. Hierzu wird der Drehschalter ⑫ in die Stellung „x5" gebracht. Da sich bei dieser Betriebsart der Elektronenstrahl während 4/5 der Gesamt-Ablenkzeit außerhalb des Leuchtschirmes befindet, wird die Helligkeit verständlicherweise geringer.

Die Zuführung der zu untersuchenden Spannung erfolgt wie im Abschnitt „Ablenkung in vertikaler Richtung" angegeben. Zur Erzielung stehender Schirmbilder muß das Zeitablenkgerät durch den zu messenden Vorgang synchronisiert oder getriggert werden. Hierzu sollen die Ausführungen der nächsten beiden Abschnitte dienen.

Synchronisierung

Das Zeitablenkgerät kann je nach Einstellung des Drehschalters ⑯ durch folgende Spannungen synchronisiert werden:

1. Durch die dem Vertikal-Verstärker entnommene Meßspannung (Schaltstellung „int. ∼").
2. Durch die Netzfrequenz (Schaltstellung „50 Hz").
3. Durch eine über die Buchse ⑰ zugeführte Spannung und zwar entweder über einen Trennkondensator (Schaltstellung „ext. ∼"), oder gleichspannungsgekoppelt (Schaltstellung „ext. =").

Die letzeren Einstellungen bieten den Vorteil, daß die Zeitablenkung unabhängig von der Meßspannung synchronisiert wird, so daß z. B. die gegenseitige Phasenlage nacheinander angelegter Meßspannungen untersucht werden kann. In den meisten Fällen kommt man jedoch mit der Einstellung „int. ∼" aus.

Zur Synchronisierung wird der Niveau-Regler ⑭ in die Mittelstellung gebracht und der Stabilitätsregler ⑬ soweit nach rechts gedreht, bis der Zeitablenkgenerator im freischwingenden Betrieb einsetzt. Der Drehschalter ⑲ und der Feinregler ⑱ werden so eingestellt, daß eine oder mehrere Perioden des Meßvorganges auf dem Schirm abgebildet werden.

Bei Meßspannungen mit einer Frequenz über 1 MHz wird der Drehschalter ⑮ in die Stellung „≋" gebracht. Die Synchronisierung des Zeitablenkgenerators wird durch Rechtsdrehung des Reglers ⑬ erreicht.

Es liegt im Prinzip der Synchronisierung, daß stehende Schirmbilder nur dann zustandekommen, wenn die Zeitablenkfrequenz in einem ganzzahligen und festem Verhältnis zur Meßfrequenz steht. Vorgänge die regellos oder einmalig auftreten, können deshalb in der synchronisierten Betriebsart nicht einwandfrei dargestellt werden. Hierfür ist bei dem Oszillographen die Möglichkeit einer „Triggerung" vorgesehen, die nachfolgend näher beschrieben ist.

Triggerung

Unter Triggerung ist die gesteuerte Auslösung jeder einzelnen Zeitablenkperiode (Vorlauf, Rücklauf und Wartezeit) zu verstehen, wobei die Auslösung erst bei einem bestimmten, durch den Niveauregler ⑭ einstellbaren Spannungswert erfolgt.

Zur Einstellung der getriggerten Arbeitsweise wird der Drehschalter ⑦ zunächst auf „O" eingestellt und der Stabilitätsregler ⑬ soweit nach links gedreht, bis die Zeitablenkung aussetzt. Der Niveau-Regler ⑭ wird in die Mittelstellung gebracht.

Die Meßspannung wird nun durch Umschalten des Schalters ⑦ wieder zugeführt. Mit dem Drehschalter ⑲ und dem Feinregler ⑱ kann der Zeitmaßstab nunmehr beliebig eingestellt werden.

Durch Rechtsdrehung des Niveau-Reglers ⑭ erfolgt die Auslösung der Zeitablenkung bei positiven, durch Linksdrehung dagegen bei negativen Werten der Meßspannung.

Der Schalter ⑮ erlaubt außerdem die Wahl zwischen der ansteigenden „+" und abfallenden „—" Spannungsflanke. Somit ist es mit Hilfe der beiden Bedienungselemente ⑭ und ⑮ möglich, die Zeitablenkung bei einem beliebigen Augenblickswert der Meßspannung auszulösen.

Horizontal-Ablenkung durch extern zugeführte Spannungen.

Wird der Drehschalter ⑫ auf „ext." eingestellt, so ist die interne Zeitablenkung abgeschaltet und der Elektronenstrahl kann durch eine der Buchse ⑩ zugeführte Spannung in horizontaler Richtung abgelenkt werden.

Bei dieser Betriebsart sind die verschiedenartigsten Messungen möglich. Einige der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten sind im Abschnitt D aufgeführt.

Helligkeitssteuerung

Durch Anlegen einer Impulsspannung von etwa 10 . . . 20 Vss an die, mit „Intens. Mod." bezeichnete Buchse ㉓ läßt sich der Strahlstrom der Elektronenstrahlröhre steuern. Bei zurückgedrehtem Helligkeitsregler ② besteht die Möglichkeit einer Hellsteuerung durch negative Impulse, während bei normal eingestellter Helligkeit durch positive Impulse eine Dunkelsteuerung erzielt wird.

D. Anwendungsbeispiele

Der Meßoszillograph MO 5 ist infolge seiner technischen Eigenschaften universell einsetzbar. Nachstehend sind aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten einige Beispiele herausgegriffen, die als Anregung dienen sollen.

1. Amplitudenmessungen.

In der Oszillographentechnik ist es allgemein üblich, die Amplitude einer Wechselspannung zwischen ihrem positiven und negativen Scheitelwert zu messen. Die Zahlenangaben am Eingangsspannungsteiler ④ beziehen sich somit auf die Gesamtspitzenspannung eines Meßvorganges.
Sinusförmige Spannungen werden in der Praxis oft in Effektiv-Werten angegeben. Es ist daher wichtig, das Verhältnis zwischen Gesamtspitzenspannung und Effektivspannung zu kennen, das gegeben ist durch

$$\frac{U_{ss}}{U_{eff}} = 2 \cdot \sqrt{2}$$

1.1 Messung mit Gleichspannungskopplung

Abb. 1 zeigt einen katodengekoppelten Multivibrator, an dessen gemeinsamen Katodenwiderstand Rk der Spannungsverlauf zu untersuchen ist. Da bei dieser Messung der Gleichspannungsanteil mit erfaßt werden soll, wird der Drehschalter ⑦ in die Stellung „=" gebracht und die Leuchtlinie auf einen bestimmten Bezugspunkt eingestellt (z. B. Raster-Mittellinie). Das am Widerstand Rk abgenommene Signal wird der Buchse ⑥ zugeführt. Mit dem Drehschalter ④ wird die günstigste Bildhöhe gewählt. Der Feinregler ⑤ steht am rechten Anschlag.

Abb. 2 zeigt ein derartiges Oszillogramm, wobei die Raster-Mittellinie (0) die Null-Lage des Elektronenstrahls darstellt. Im Beispiel war der Schalter ④ des Oszillographen auf 10 V/cm eingestellt. Man erkennt deutlich, daß der Spannungssprung an Rk zwischen den Werten 3 V und 15 V liegt.

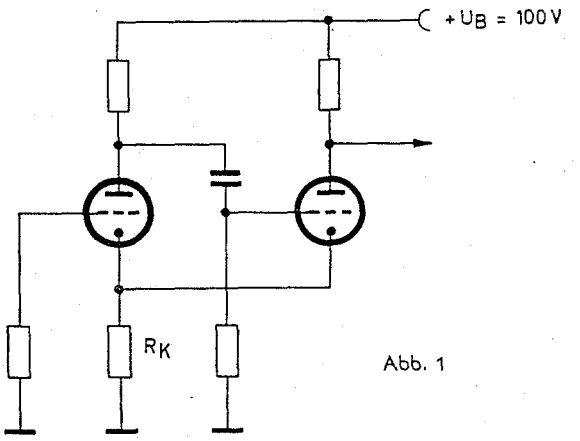


Abb. 1

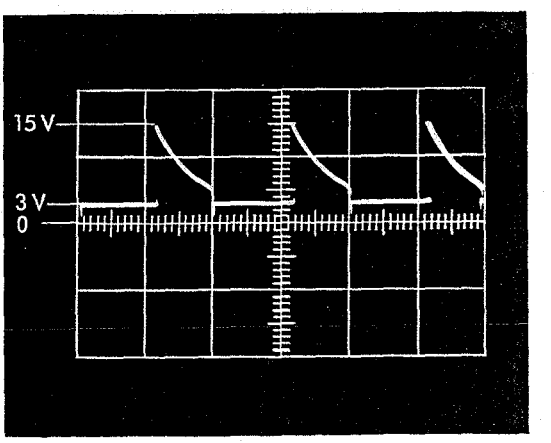


Abb. 2

1.2 Messung mit Wechselspannungskopplung

Als weiteres Beispiel soll in der Schaltung nach Abb. 1 die Brummspannung gemessen werden, die der Betriebsspannung UB überlagert ist.

Unter Verwendung der Gleichspannungskopplung würde sich hierbei ein ungünstiger Abbildungsmaßstab ergeben, da die Betriebsspannung 100 V beträgt und der Brummspannungsanteil meist unter 1% liegt. Da im vorliegenden Fall der Gleichspannungsanteil jedoch bekannt ist, kann dieser vom Meßverstärker ferngehalten werden. Der Drehschalter ⑦ wird deshalb auf Wechselspannungskopplung „~" eingestellt und die zu untersuchende Spannung der Buchse ⑥ zugeführt. Die günstigste Bildhöhe wählt

man mit dem Schalter ④. Steht dieser z. B. auf 30 mV/cm und die abgelesene Bildhöhe ist 2,5 cm, so hat die Brummspannung eine Amplitude von 75 mVss. Bei der Messung ist zu beachten, daß der Feinregler ⑤ am rechten Anschlag steht.

2. Bestimmung unbekannter Frequenzen

2.1 Durch Zeitmessung

Der Zeitablenkgenerator des Oszillographen erlaubt innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen eine Frequenzmessung zeitabhängiger Vorgänge.

Hierzu wird der zu messende Vorgang über die Buchse ⑥ dem Vertikal-Verstärker zugeführt. Den Zeitmaßstab stellt man mittels des Drehschalters ⑲ so ein, daß nur wenige Kurvenzüge abgebildet werden. Dabei ist zu beachten, daß der angegebene Zeitmaßstab nur dann gilt, wenn der Feinregler ⑱ am rechten Anschlag steht.

Abb. 3 zeigt ein Beispiel einer sinusförmigen Spannung unbekannter Frequenz, bei der die Zeitdauer einer Periode zwischen 2 Nulldurchgängen mit 27 Millisekunden festgestellt wurde. Die Frequenz ist gleich dem reziproken Wert dieser Zeit, d. h.

$$Fx = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}027} \approx 37\ \text{Hz}$$

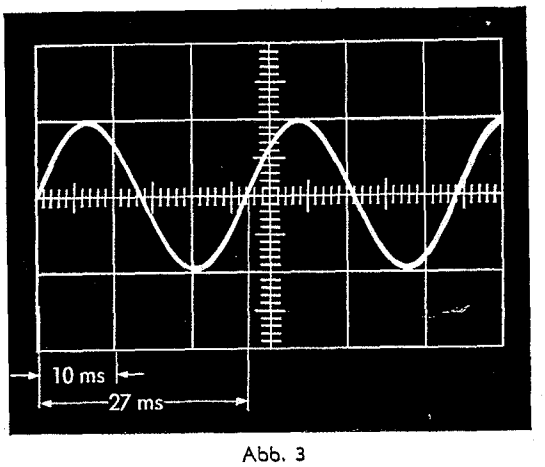


Abb. 3

2.2 Durch Dunkelmarken

Dieses Verfahren eignet sich besonders zur Bestimmung tiefer Frequenzen.

Der zu messende Vorgang wird hierzu dem Vertikalverstärker zugeführt. Den Zeitmaßstab wählt man zweckmäßig so, daß etwa 2 bis 3 Perioden des Vorgangs abgebildet werden. Zur Strahlmodulation wird die an der Rückseite des Gerätes befindliche Buchse ㉓ „Intens. Mod." mit einem Generator bekannter Frequenz verbunden, der auf eine Ausgangsspannung von etwa 20 Vss eingestellt ist. Am besten eignet sich hierfür ein Generator mit impulsförmiger Ausgangsspannung, da hierbei die Dunkelmarken exakt begrenzt sind, wie dies in Abb. 4 dargestellt ist.

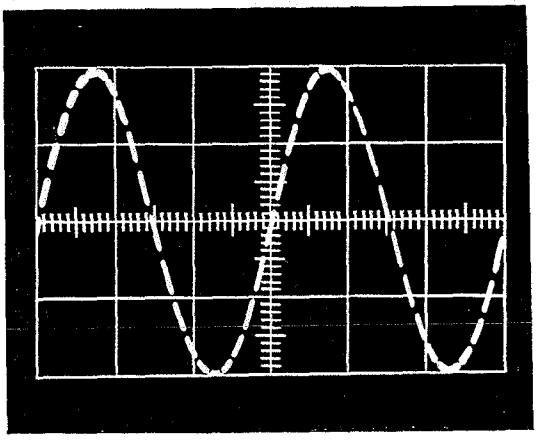


Abb. 4

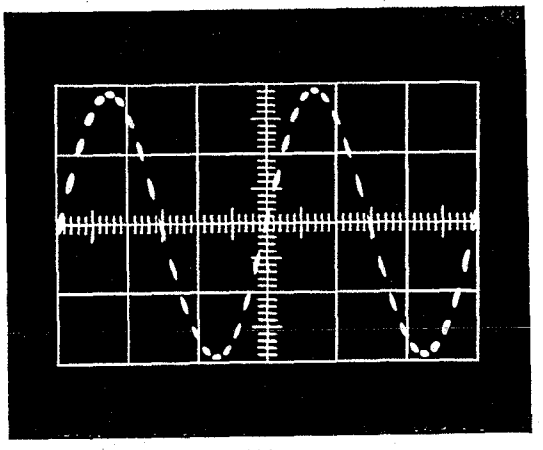


Abb. 5

Abb. 5 zeigt die Gegenüberstellung eines Oszillogramms, bei dem die Dunkelsteuerung durch eine sinusförmige Spannung vorgenommen wurde. Hieraus ist ersichtlich, daß die Übergänge von hell auf dunkel stetig verlaufen.

Zur Messung wird die Frequenz des Generators solange verändert, bis stehende Dunkelmarken erzielt werden. Die Marken werden nun z. B. zwischen zwei Nulldurchgängen einer Periode ausgezählt. In Abb. 4 kommen auf eine Periode 20 Marken, so daß die gesuchte Frequenz ein Zwanzigstel der Vergleichsfrequenz beträgt.

2.3 Durch Lissajous'sche Figuren

Diese Art von Frequenzvergleich mit dem Elektronenstrahloszillographen hat große Verbreitung gefunden. Hierbei werden die in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen lediglich jeweils einem Ablenkverstärker des Oszillographen zugeführt. Der Elektronenstrahl wird somit gleichzeitig von zwei Wechselspannungen beeinflußt. Das resultierende Schirmbild veranschaulicht u. a. deutlich deren Frequenzverhältnisse. Sind beide Frequenzen gleich, so entsteht beispielsweise eine Ellipse, etwa wie in Abb. 6 dargestellt.

Abb. 7 zeigt eine Figur, die bei einem Frequenzverhältnis

$$\frac{F\ \text{vert.}}{F\ \text{hor.}} = 2:1$$

zustande kommt, während in Abb. 8 ein Verhältnis

$$\frac{F\ \text{hor.}}{F\ \text{vert.}} = 1:2$$

gezeigt ist.

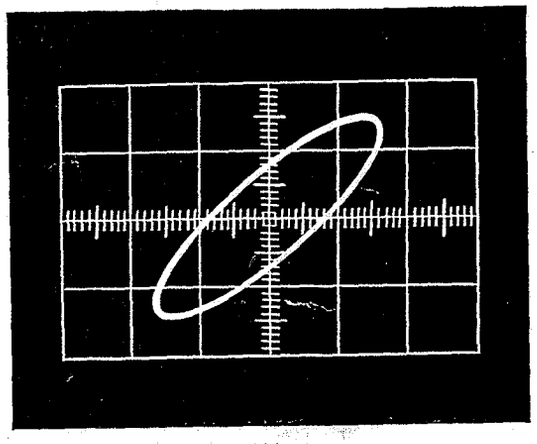


Abb. 6

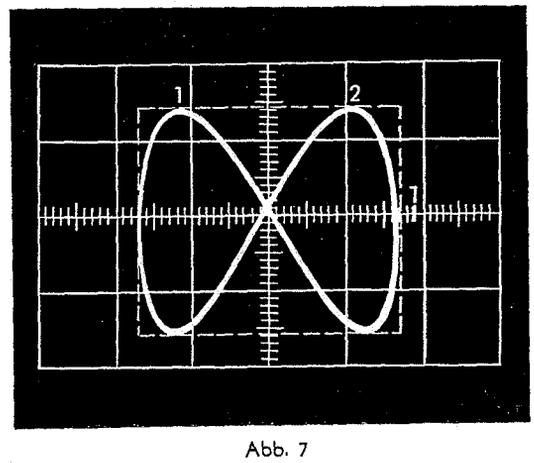


Abb. 7

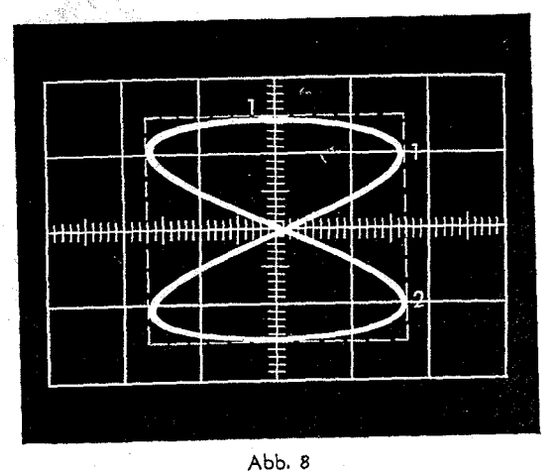


Abb. 8

Grundsätzlich kann das Frequenzverhältnis durch Abzählen der Berührungspunkte zweier aneinanderstoßender Kanten eines umhüllenden Vierecks ermittelt werden, wie dies in den beiden Abbildungen 7 und 8 angedeutet ist.

2.4 Durch Kreiszykloiden

Bei großen Frequenzverhältnissen wird die Auswertung von Lissajous'schen Figuren problematisch, während bei der Zykloidendarstellung Verhältnisse von 1:50 noch gut abgelesen werden können. Der Leuchtpunkt beschreibt hierbei einen Weg, der der Summe zweier rotierender Spannungsvektoren entspricht. Dies wird durch eine in Abb. 9 dargestellte Meßanordnung erzielt.

Zur Messung werden zunächst die beiden Drehschalter ④ und ⑫ des Oszillographen auf 1 V/cm eingestellt. Legt man die in der Frequenz zu vergleichenden Spannungen jeweils einzeln an die Eingänge „U_1" bzw. „U_2" der Meßanordnung, so kann mit Hilfe der mit „Phase" bezeichneten Bedienungselemente eine kreisförmige Ablenkung des Leuchtpunktes dargestellt werden. Anschließend werden die mit „Ampl." bezeichneten Regler so eingestellt, daß die Meßspannung mit der niedrigeren Frequenz einen Kreis mit

etwa 40 mm Durchmesser beschreibt, während bei der höherfrequenten Spannung etwa ein Zehntel dieser Auslenkung ausreicht. Nach diesem Vorabgleich werden die beiden Spannungen „U_1" und „U_2" gleichzeitig der Meßanordnung zugeführt.

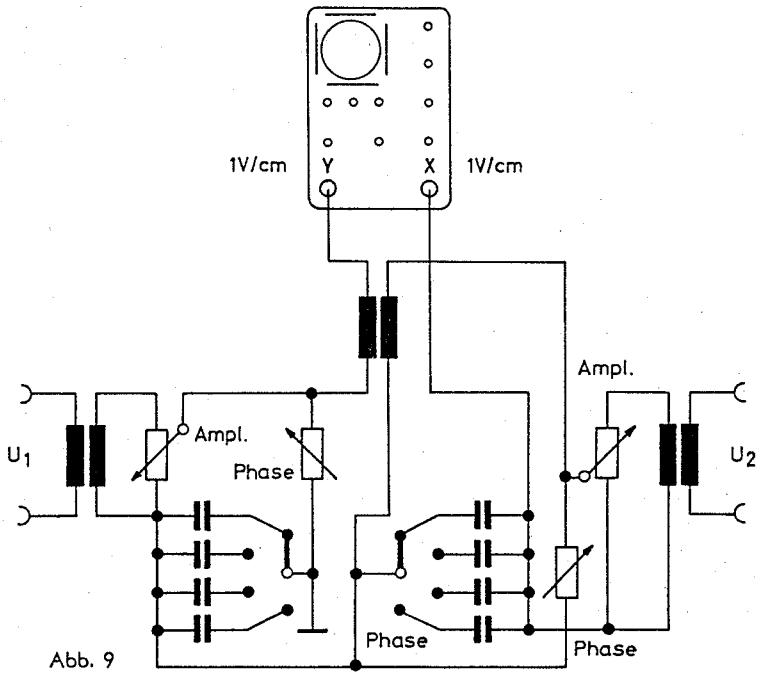


Abb. 9

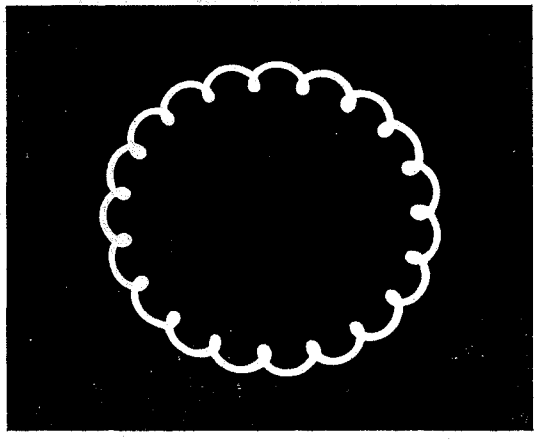


Abb. 10

Abb. 10 zeigt ein Schirmbild, wie es bei einem Frequenzverhältnis 1:20 zustande kommt. Bei der Auswertung derartiger Figuren ist zu beachten, daß eine Schleife weniger geschrieben wird, als es dem Frequenzverhältnis entspricht. Im Beispiel sind deswegen nur 19 Schleifen zu erkennen.

3. Darstellung von Kennlinien

3.1 Nichtlineare Widerstände

Der Oszillograph MO 5 eignet sich infolge der Gleichspannungskopplung beider Ablenkrichtungen auch zur Darstellung von Kennlinien.

Als Beispiel möge die Aufnahme der Charakteristik eines spannungsabhängigen Widerstandes (VDR) dienen. Anzuzeigen ist hierbei der Strom als Funktion der angelegten Spannung. Eine entsprechende Meßanordnung geht aus Abb. 11 hervor. Der Horizontalverstärker ist mit der angelegten Wechselspannung verbunden, während dem Vertikalverstärker die am Vorwiderstand Rv abfallende Spannung zugeführt wird. Dieser Widerstand muß klein gegenüber dem zu messenden VDR-Widerstand sein. Im Beispiel wurde deshalb ein 10 Ω Widerstand verwendet. Die Amplitude der angelegten Wechselspannung richtet sich nach den Eigenschaften des Varistors und muß entsprechend eingestellt werden.

Zur Messung wird der Drehschalter ⑦ des Oszillographen auf „=" eingestellt und mit Hilfe des Drehschalters ④ der günstigste Meßbereich gewählt. In der Stellung 100 mV/cm ergibt sich in Verbindung mit dem 10 Ω Widerstand ein Strom-Meßbereich von 10 mA/cm.

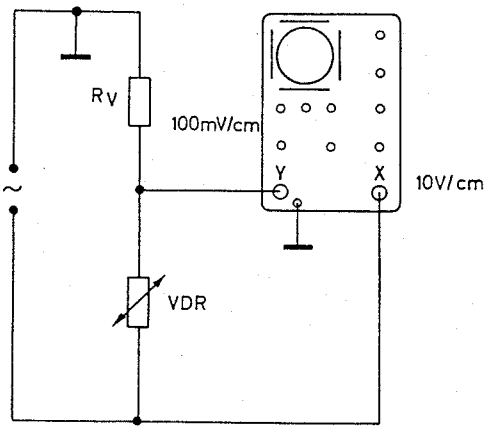


Abb. 11

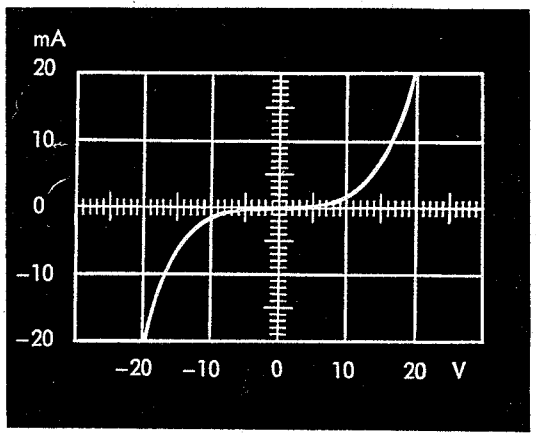


Abb. 12

Abb. 12 zeigt das Oszillogramm einer Varistor-Kennlinie mit diesem Strom-Maßstab in vertikaler Richtung und einem Spannungs-Maßstab von 10 V/cm in horizontaler Richtung.

3.2 **Tunnel-Dioden**

In Verbindung mit dem Grundig-Gleichspannungsvorverstärker VB 2 lassen sich mit relativ geringem schaltungstechnischen Aufwand Messungen an Tunneldioden durchführen.

Abb. 13 gibt eine hierfür verwendete Meßanordnung wieder. Die Spannung U= wird durch eine Wechselspannung U~ überlagert und der zu messenden Diode über den aus den Widerständen R_1, R_2 und R_4 bestehenden Spannungsteiler zugeführt (zur einwandfreien Darstellung des negativen Astes der Diodenkennlinie müssen die Widerstände R_2 und R_3 sehr niederohmig sein). Der Horizontalverstärker des Oszillographen ist direkt mit der Spannungsquelle verbunden um eine ausreichende Auslenkung zu erzielen. Am Widerstand R_3 fällt eine dem Strom durch die Diode proportionale Spannung ab, die nach 100facher Verstärkung durch den Vorverstärker VB 2 dem Vertikalverstärker des Oszillographen zugeführt wird. Eine in dieser Anordnung aufgenommene Kennlinie zeigt Abb. 14.

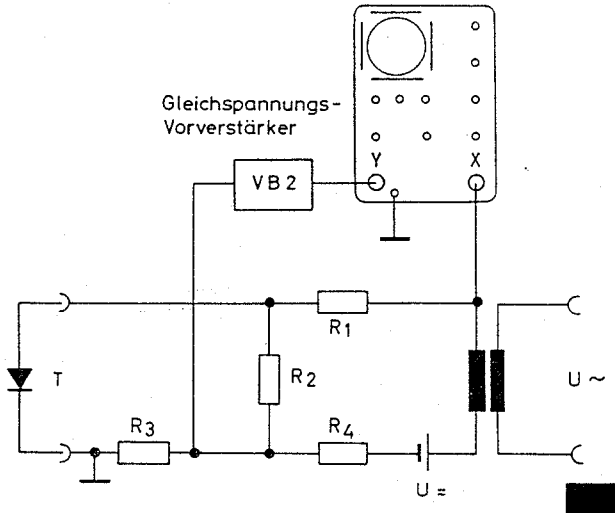


Abb. 13

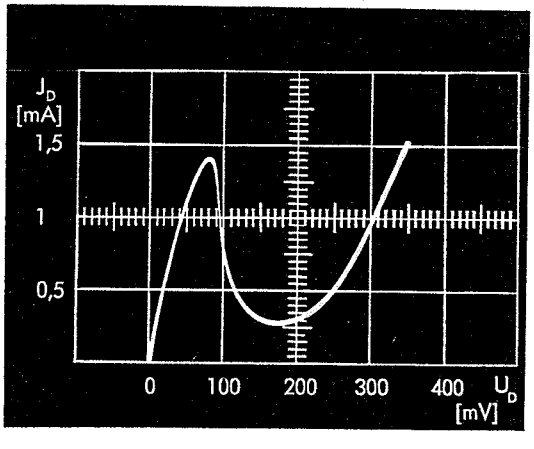


Abb. 14

E. Wartung

Zum Auswechseln des evtl. schadhaft gewordenen Skalenlämpchens werden — nach Ziehen des Netzsteckers! — die beiden Befestigungsschrauben der Gehäuse-Rückwand gelöst und das Gerät nach vorne aus dem Gehäuse gezogen. Die Lämpchenfassung ist nunmehr oberhalb der Elektronenstrahlröhre leicht zugänglich.

Die Röhren des Netzteiles können ohne Verstimmungsgefahr ausgewechselt werden.

Bei Wechsel der Röhre 305 kann eine Änderung des Zeitmaßstabes von ca. 1% auftreten. Durch den Einstellregler R 327 ist eine Nacheichung möglich.

Durch Wechsel der Röhre 306 ist eine Änderung der Verstärkung möglich. In diesem Fall muß der Widerstandstrimmer R 345 so nachgeglichen werden, daß beim Anlegen einer Meßspannung von 1 Vss an die Buchse ⑩ der Elektronenstrahl 1 cm ausgelenkt wird. Dabei muß der Schalter ⑫ auf 1 V/cm eingestellt sein.

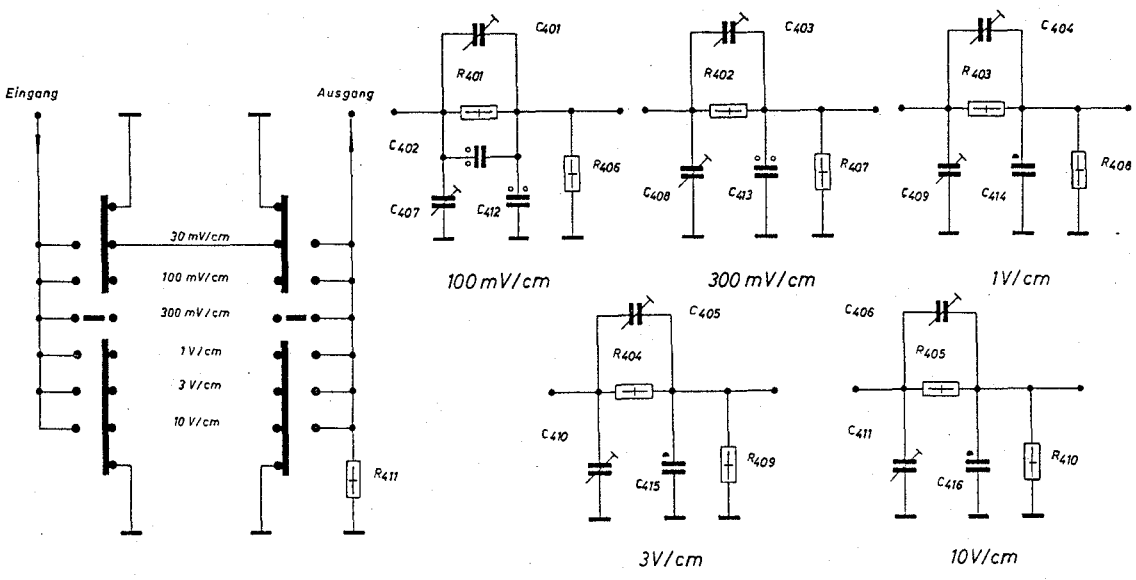
Bei Wechsel der Röhren 301, 302 oder 303 muß der Ablenkkoeffizient des Vertikal-Verstärkers kontrolliert und gegebenenfalls mit dem Einstellregler R 216 korrigiert werden. Als Vergleichsspannung kann dabei die in der linken Endstellung des Drehschalters ⑦ zur Verfügung stehende Spannung von —1 V verwendet werden. Steht der Eingangsteiler auf 1 V/cm so muß der Elektronenstrahl bei richtiger Eichung des Verstärkers genau 1 cm nach unten ausgelenkt werden, wenn der Schalter ⑦ von „O" auf „Cal." eingestellt wird.

F. Technische Daten

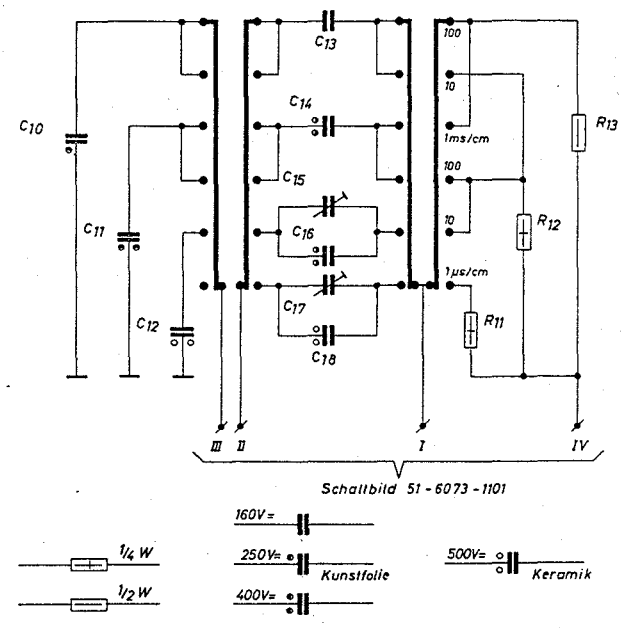
Elektronenstrahlröhre	DH 7-78 (auf Wunsch lieferbar DN 7-78, DP 7-78)
Schirmdurchmesser	7 cm (Planschirm)
Leuchtfarbe	grün
Nachleuchtdauer	mittelkurz
Anodenspannung	480 V
Gesamtbeschleunigungsspannung	2 kV
Aufhellungsankopplung intern	gleichspannungsmäßig
Y-Verstärkung	Gleich- und Wechselspannungsverstärker (umschaltbar)
Ablenkkoeffizient	30 mV/cm
Frequenzbereich	0 . . . 5 MHz (— 3 db) Stellung = 2 Hz . . . 5 MHz (— 3 db) Stellung ~
Anstiegszeit	0,07 µs
Überschwingen	≦ 2%
Dachschräge	0% in Stellung = < 10% in Stellung ~
Abschwächer	6 Stufen: 30/100/300 mV/cm 1/3/10 V/cm, geeicht ± 5% stetige Einstellung ca. 1 : 3,3
Eingangsimpedanz	1 MΩ parallel 36 pF
Maximal zulässige Eingangsspannung	500 V_{ss} (Stellung 10 V/cm "~" oder "=")
Linearitätsfehler	< 2%
Aussteuerung	4,5 cm
Eichspannung	1 V = ± 2%
X-Verstärkung	Gleichspannungsverstärker
Ablenkkoeffizient	1 V/cm
Frequenzbereich	0 . . . 2 MHz (— 3 db)
Anstiegszeit	0,18 µs
Überschwingen	≦ 2%
Dachschräge	0 %
Abschwächer	2 Stufen: 1 V/cm, 10 V/cm, geeicht ± 5%
Eingangsimpedanz	1 MΩ parallel 36 pF
Maximal zulässige Eingangsspannung	200 V_{ss} (Stellung 10 V/cm)
Linearitätsfehler	< 2%
Austeuerung	6 cm
Zeitablenkung	selbstschwingend und getriggert
Zeitmaßstab	6 Stufen: 100/10/1 ms/cm 100/10/1 µs/cm, geeicht ± 5% stetige Einstellung ca. 1 : 10
Linearitätsfehler	< 2%

Zeitlinienlänge	6 cm
Dehnung	5-fach
Zeitablenkspannung	30 V, positiv (über Buchse herausgeführt)
Synchronisierung und Triggerung	
Betriebsarten	intern±, extern ±, HF, Netz
Synchronisierbereich	1 Hz ... 5 MHz
Triggerbereich	0 Hz ... 1 MHz
Ansprechschwelle extern	0,5 V
Ansprechschwelle intern	1 cm Strahlablenkung
Eingangsimpedanz	1 MΩ parallel 30 pF
Helligkeitsmodulation	
Eingangsimpedanz	0,1 µF, 20 kΩ parallel 30 pF
Steuerspannung	ca. 20 V
Netzanschluß	Wechselspannung 110/220 V umschaltbar; 40 ... 60 Hz (Anschluß durch Netzkabel mit Schutzkontaktstecker, dessen Schutzleiter mit dem Gehäuse verbunden ist.)
Leistungsaufnahme	ca. 110 VA
Stabilisierung	Sämtliche Anodenspannungen (mit Ausnahme der Nachbeschleunigungsspannung) sind elektronisch stabilisiert
Bestückung	
Röhren	7 x E 88 CC, 2 x E 80 CF, 2 x PCL 82, 1 x PL 84, 1 x EZ 80, 1 x DH 7-78
Gleichrichter	1 x B 390 C 170, 2 x E 1000 C 3 1 x E 125 C 80, 1 x E 500 C 12
Dioden	2 x SFD 108
Sonstiges	
Abmessungen	Breite 130 mm Höhe 260 mm Tiefe 400 mm
Gewicht	ca. 8,2 kg
Mitgeliefertes Zubehör	Anschlußkabel 6050 A
Lieferbares Zubehör	Teiler-Tastkopf TK 2, HF-Tastkopf HK 2, Lichtschutztubus LT 72, Kontrastfilter F 71 Anschlußkabel 6050 B

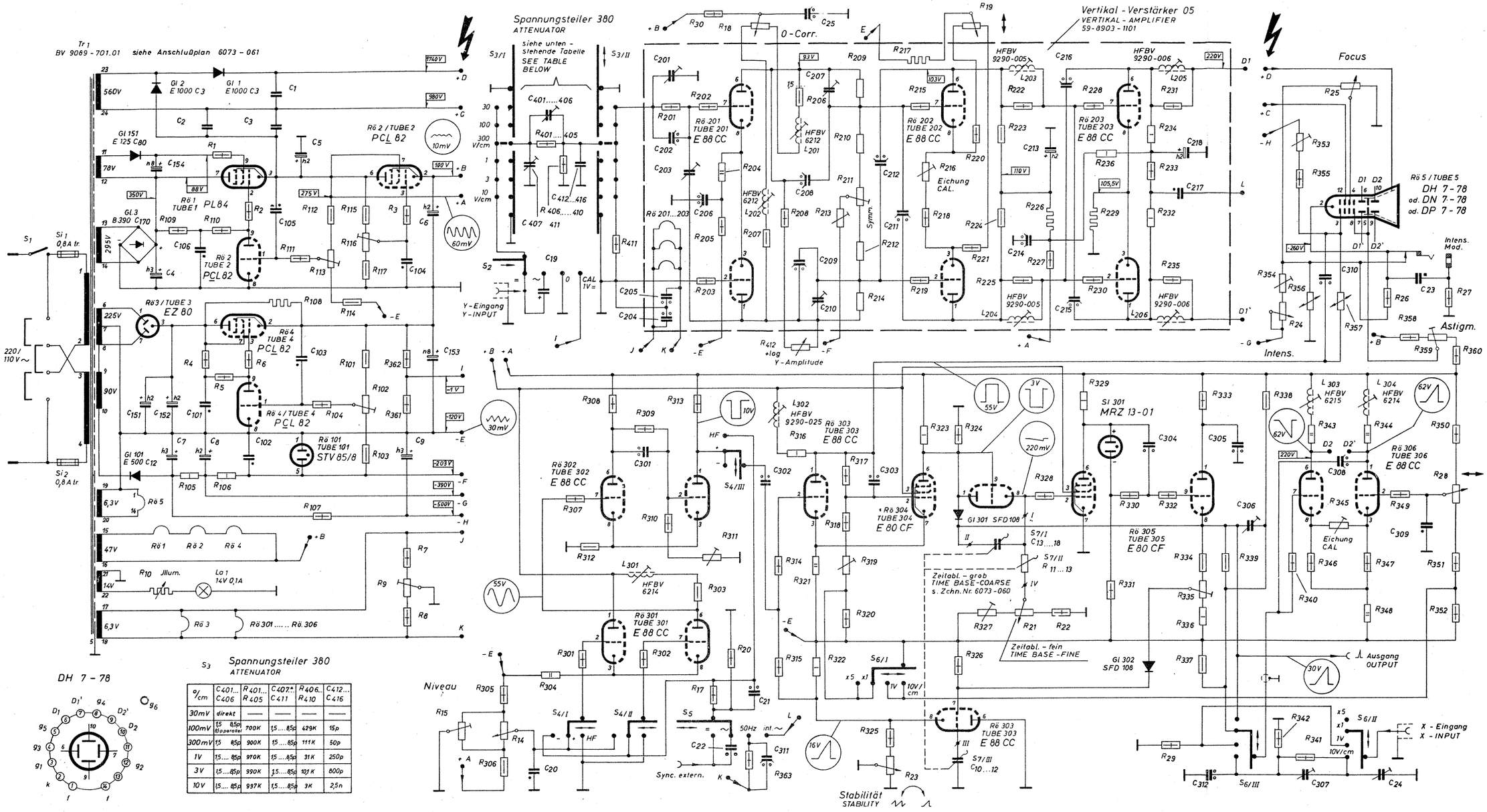
Änderungen vorbehalten



Spannungsteiler 380



Verdrahtungsplan Zeitablenkschalter S 7



S3	C401... C406	R401... R405	C407*... C411	R406... R410	C412... C416
30mV/cm	direkt	—	—	—	—
100mV/cm	1,5 ... 85p (5 parallel)	700K	1,5 ... 85p	429K	15p
300mV/cm	1,5 ... 85p	900K	1,5 ... 85p	111K	50p
1V/cm	1,5 ... 85p	970K	1,5 ... 85p	31K	250p
3V/cm	1,5 ... 85p	990K	1,5 ... 85p	10,1K	800p
10V/cm	1,5 ... 85p	997K	1,5 ... 85p	3K	2,5n

R: 109 1 110 2 111 112,113 115,116,117 3 401....405, 406....410 411 201 30,202,204,205,18,207,208,206 213,209,210,211,212,215,216,218,217 19 220,221,223,224,222,226,227,228,229 232 233,234,231 353 355 25
10 105 4 5 106 6 108 104 107 114 101 102 103 361 362 307 308 309 313 203 412 316 317 214 225 328 329 230 236 330 235,332 333 338,354,24,356,343 357 344,26,349,358,359,27,360,350,28
7 9 8 15 305,14,306 304 301,312 302 310 303,311,17 20,363 314,315 321,322 318,319,320 325,23 326 327 11....13,21 22 331 29 334,335,336,337,339 342 340,341,346,345 347 348 351 352

C: 154,4 106,2 1 3,105 5,103 104 6,153 407....411 19 401....406,412....416 201 202 205,204,203,206 209,25,208,210,207 212,211 214 213,216,215 217 218 310 23
151 152,7 101,8 102 9 20 301 22 21,302,311 303 10....12 13.....18 304 312 305 306 307 308 24 309

DH 7-78

S_3 Spannungsteiler 380 ATTENUATOR

Gleichspannungen mit GRUNDIG-Röhrenvoltmeter RV3 (Ri = 30MΩ) gegen Masse gemessen. (Mittlere Strahllage, Stabilitätsregler am linken Anschlag, Netzspannung 220V)
Oszillogramme im Zeitablenkteil aufgenommen bei Betriebsart „Netz - triggern", Ablenkzeit 1ms/cm, Niveau- und Strahl - verschiebungs-Regler in Mittelstellung.

DC VOLTAGES MEASURED TO CHASSIS WITH GRUNDIG V T V M RV3 (Ri = 30MΩ) (BEAM CENTERED, STABILITY CONTROL FULLY C C W, LINE VOLTAGE 220V)
TYPE OF OPERATION FOR WAVEFORMS DISPLAYED IN SWEEP GENERATOR "LINE TRIGGERED", SWEEP-TIME 1ms/cm, NIVEAU- AND BEAM POSITION - CONTROL' IN CENTER POSITION.

Änderungen vorbehalten! ALTERATIONS RESERVED!

Gültig ab Gerät Nr. 1001 FOR SETS FROM SERIAL NO. 1001

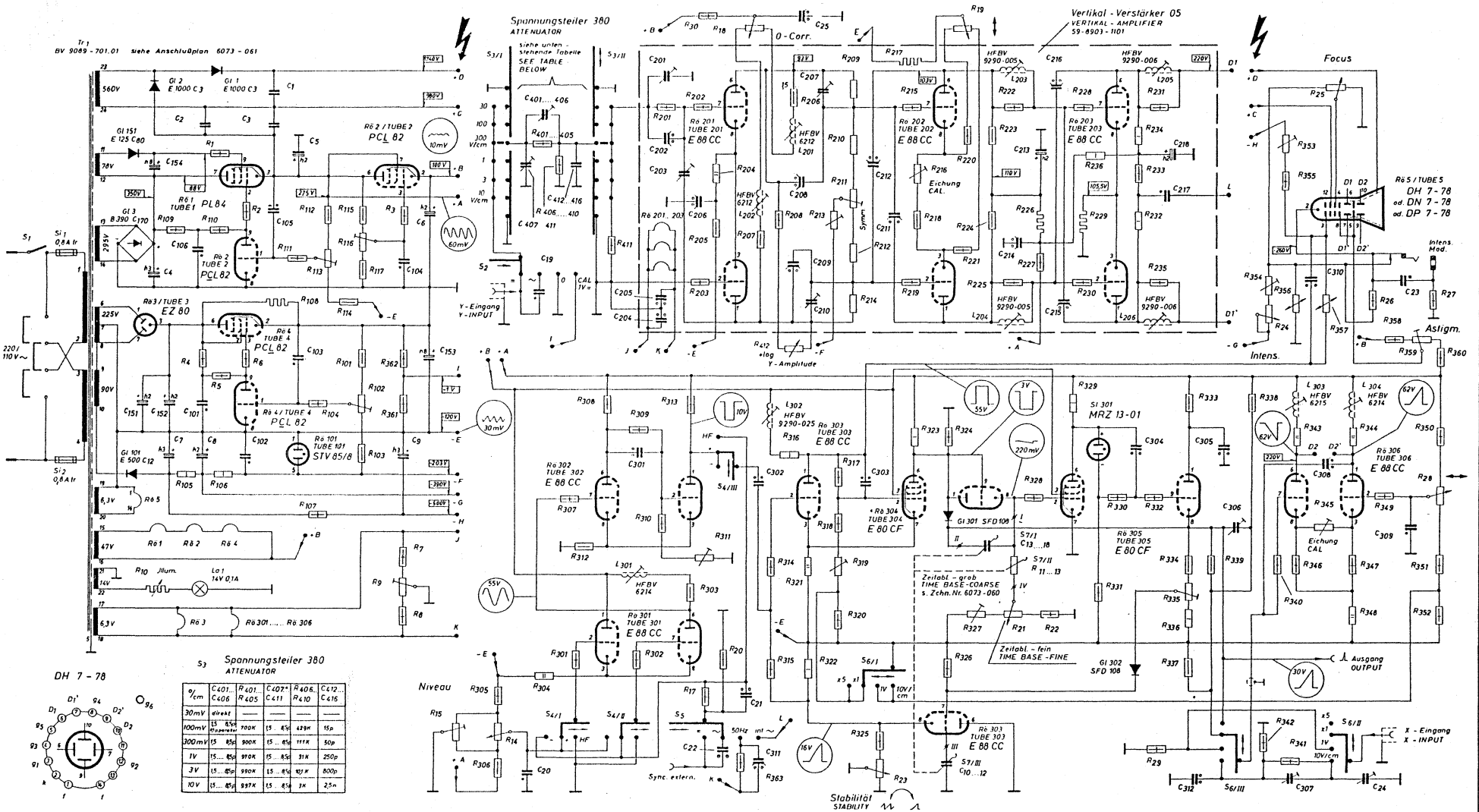
GRUNDIG H&B

Meßoszillograph MO 5

(51-6073-1101/S)

201162He

PRINTED IN W. GERMANY



% / cm	C401... C406	R401... R405	C407* C411	R406... R410	C412... C416
30 mV	direkt	—	—	—	—
100 mV	15 ... 85 % kapazitiv	700 K	15 ... 85 %	429 K	15 p
300 mV	15 ... 85 %	900 K	15 ... 85 %	111 K	50 p
1 V	15 ... 85 p	910 K	15 ... 85 %	31 K	250 p
3 V	15 ... 85 p	990 K	15 ... 85 %	10,1 K	800 p
10 V	15 ... 85 p	997 K	15 ... 85 %	3 K	2,5 n

R: 109 105 4 5 106 1 110 6 2 108 111 112,113 104 107 115,116,117 114 101 102 103 3 361 362 7 9 8 10 15 401 ... 406 305,14,306 405, 406 ... 410 304 307 301,312 308 411 309 302 201 313 310 203 30,202,204,205,18,207,208,206 303,311,17 20,363 412 316 314,315 317 214 321,322 318,319,320 213,209,210,211,212,215,216,218,217 19 325,23 219,323 324 326 327 220,221,223,224,222,226,227,228,229 11 ... 13,21 225 328 22 329 230 236 330 331 232 233,234,231 235,332 333 29 334,335,336,337,339 342 338,354,24,356,343 353 355 357 25 340,341,346,345 344,26,349,358,359,27,360,350,28 347 348 351 352

C: 154,4 151 152,7 106,2 101,8 102 1 3,105 5,103 104 9 6,153 407 ... 411 19 20 401 ... 406,412 ... 416 201 202 205,204,203,206 301 209,25,208,210,207 22 212,211 303 21,302,311 10 ... 12 13 ... 16 214 213,216,215 304 217 218 312 305 306 307 310 308 24 23 309

Gleichspannungen mit GRUNDIG-Röhrenvoltmeter RV 3 (R_i = 30 MΩ) gegen Masse gemessen (Mittlere Strahllage, Stabilitätsregler am linken Anschlag, Netzspannung 220 V)
Oszillogramme im Zeitablenkteil aufgenommen bei Betriebsart „Netz - triggern", Ablenkzeit 1 ms/cm, Niveau- und Strahl-verschiebungs-Regler in Mittelstellung

DC VOLTAGES MEASURED TO CHASSIS WITH GRUNDIG V.T.V.M. RV 3 (R_i = 30 MΩ) (BEAM CENTERED, STABILITY CONTROL FULLY C C W, LINE VOLTAGE 220 V)
TYPE OF OPERATION FOR WAVEFORMS DISPLAYED IN SWEEP GENERATOR "LINE TRIGGERED", SWEEP-TIME 1 ms/cm, NIVEAU- AND BEAM POSITION-CONTROL IN CENTER POSITION.

Änderungen vorbehalten!
ALTERATIONS RESERVED!

Gültig ab Gerät Nr. 1001
FOR SETS FROM SERIAL NO. 1001

GRUNDIG H&B

Meßoszillograph MO 5

(51-6073-1101/S)

PRINTED IN W. GERMANY

201162 He